

**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**GRADO EN CIENCIAS DEL MAR**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**  
**CURSO ACADÉMICO 2018-2019**

TÍTULO:

**Ecología trófica del bacalao en el Gran Banco de Terranova**

AUTOR:

**Antonio Parra Martínez**

## RESUMEN:

El bacalao ha sido el foco de muchos estudios de alimentación ya que se trata de una especie con un gran interés comercial y en esos trabajos siempre se ha apreciado una gran variabilidad en la alimentación de este predador. En este trabajo se ha realizado un estudio de la ecología trófica del bacalao a partir de los datos del contenido de estómagos, recogidos durante la campaña Platuxa llevada a cabo por el IEO en el periodo 2002 hasta 2016, ambos inclusive.

Además, se ha realizado una comparación entre la biomasa del medio, obtenida mediante la campaña "Platuxa", y la abundancia en los estómagos, usando las especies con mayor importancia. Se pudo observar que existe una variabilidad interanual en la alimentación que se relaciona con la abundancia de las presas en el medio, confirmando hipótesis anteriores.

Palabras clave: "bacalao", "alimentación", "ecología"

## SUMMARY:

The cod has been the focus of many studies of feeding since it is a species with a great commercial interest and in those works it has always been appreciated a great variability in the feeding of this predator. In this work, a study of the trophic ecology of cod has been carried out based on stomach content data collected during the Platuxa campaign carried out by the IEO in the period 2002 to 2016, both inclusive.

In addition, a comparison was made between the biomass of the medium, obtained through the "Platuxa" campaign, and the abundance in the stomachs, using the most important species. It was observed that there is interannual variability in feeding that is related to the abundance of prey in the environment confirming previous hypotheses.

Key words: "cod", "feeding", "ecology"

## ÍNDICE:

### 1) INTRODUCCIÓN

### 2) MATERIAL Y MÉTODOS:

2a) Área de estudio

2b) Tratamiento de datos

### 3) RESULTADOS:

3a) Cambios interanuales

3b) Cambios con la talla del predador

3c) Relación entre la abundancia de las presas y su importancia en la dieta

### 4) DISCUSIÓN

### 5) CONCLUSIONES

### 6) BIBLIOGRAFÍA

## INTRODUCCIÓN:

En este trabajo se ha realizado un estudio de la ecología trófica del bacalao a partir de los datos de contenido de estómagos recogidos durante la campaña Platuxa, llevada a cabo por el IEO en el periodo 2002 hasta 2016, ambos inclusive.

Los estudios acerca de la ecología trófica de los peces, en los cuales se relacionan la biología y fisiología de las especies con su hábitat, régimen alimentario, tipo de dieta y relaciones bióticas, aportan información básica y necesaria para comprender el papel ecológico que desempeñan estos organismos dentro del ecosistema que habitan y, por lo tanto, para establecer protocolos de gestión de sus poblaciones (Jaramillo 2009).

Históricamente el bacalao ha sido uno de los pescados con mayor interés comercial en el norte de Europa y en la costa este de Norteamérica. En esta última zona, en 1980, se produjo un descenso de la pesca y actualmente los niveles de captura son los más bajos que se han registrado. El total de capturas mundial en 2008 rondaba las 765.000 toneladas, pero el 73% de estas capturas pertenecían a Noruega, Islandia y a la entonces llamada Federación Rusa.

El Gran Banco de Terranova se encuentra en una zona donde convergen una rama de la Corriente del Golfo (corriente oceánica cálida superficial que procede del golfo de México y que se dirige al Atlántico Norte) y la Corriente de Labrador (corriente oceánica fría profunda del océano Atlántico, que fluye por el sur del océano Ártico a lo largo de la costa de Labrador y pasa alrededor de Terranova). Esta confluencia de corrientes da lugar a un área de upwelling que supone un aumento de los nutrientes y por tanto un aumento de la producción (Templeman, 2010). A pesar de la elevada productividad de la zona, se ha producido un colapso de las poblaciones de bacalao que, a pesar del cierre de la pesquería, no se han podido recuperar hasta el momento.

El bacalao (*Gadus morhua*) es una especie que aparece en la mayoría de los rangos de salinidad y soporta temperaturas desde cerca de bajo cero hasta los 20°C. Esta especie se distribuye desde aguas someras hasta las profundidades de la placa continental, llegando a encontrarse incluso a más de 600 metros, pero normalmente se encuentra entre 150 y 200 metros dentro la placa continental. El bacalao es un pez voraz y omnívoro que en la fase larval se alimenta de plancton, siendo juvenil de invertebrados, y en el estado adulto de otros invertebrados y peces, llegando a darse incluso el canibalismo (FAO).

El bacalao posee un nivel trófico alto y, como la mayoría de los depredadores que ocupan un nivel trófico elevado, se alimentan de una gran variedad de presas, dependiendo de la disponibilidad de alimento en su zona de actividad. Se ha visto que su rango de alimentación es muy amplio (Link y Garrison, 2002) y que desde los años 50 hasta el año 2000 se ha registrado una gran diversidad en cuanto a las presas de las que se alimentaba el bacalao, incluyendo el arenque (Powles, 1958), la gallineta (Albikovskaya, 1989) o platija, *Hippoglossoides platessoides*, juveniles de bacalao y zooplankton de gran tamaño, entre otras especies (Bundy y Fanning, 2005).

Este estudio de la alimentación pretende profundizar en la ecología trófica del bacalao estudiando su variabilidad ontogenética e interanual y comprobar si existe relación entre la abundancia en el medio de las presas potenciales y la abundancia en los estómagos, como se ha planteado en estudios anteriores (Sánchez Lizaso, 1996a, 1996b; Link y Garrison, 2002).

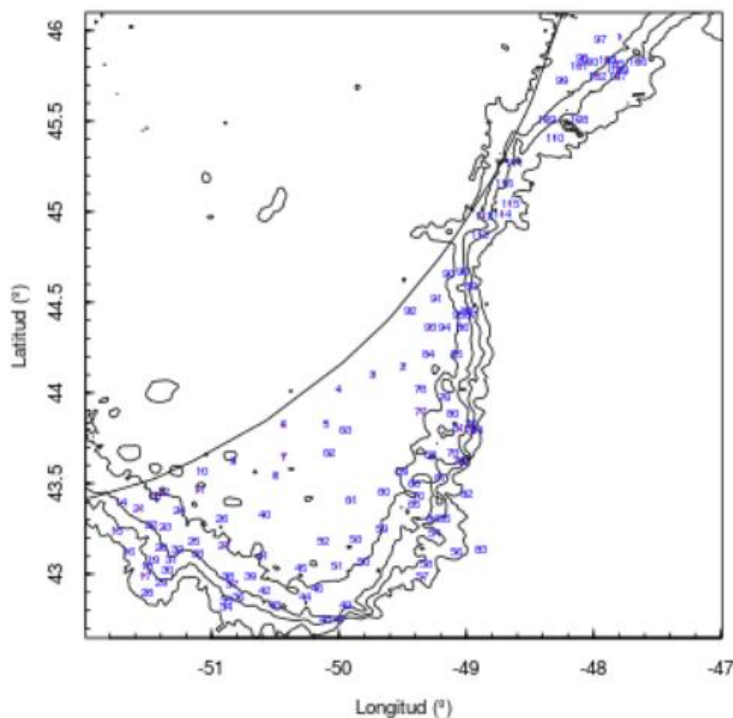
## MATERIAL Y MÉTODOS:

Para este trabajo se utilizaron los datos obtenidos en la campaña Platuxa cuya finalidad es la obtención de datos para estudiar la demografía de las especies objetivo, lo que permite la realización de experimentos y cálculos de índices de biomasa y abundancia. Para ello, se muestreó en zonas del Gran Banco de Terranova dentro de los límites de la regulación de la NAFO.

### Área de estudio:

Los datos con los que se va a trabajar proceden del Instituto Español de Oceanografía (IEO). Estos datos de alimentación recogen un periodo de 14 años (2002-2016).

El muestreo de datos fue realizado en áreas cercanas a la isla de Terranova, concretamente a unos 600 km de las aguas canadienses. El tipo de muestreo es aleatorio estratificado y consta de, aproximadamente, 122 pescas diurnas estandarizadas, con 30 minutos de arrastre efectivo y un rango de profundidad de 40 - 1500 m, aunque en la última campaña se hicieron menos lances, 115, para constatar que se podía disminuir el muestreo sin afectar a los índices de abundancia de las especies objetivo. El área



*Fig 1. Zona de muestreo de la campaña realizada en 2016 con la posición de los 115 lances*

prospectada por España incluye 41 estratos, divididos a su vez en rectángulos que incluyen diez celdas de igual superficie. Esto significa que el número de rectángulos y celdas incluidos en cada estrato varía según su superficie. El fundamento de este muestreo es aumentar la variabilidad de datos añadiendo aleatoriedad, ya que en cada muestreo se puede estudiar en el mismo estrato varias veces, pero no se puede realizar el estudio en varios rectángulos de un mismo cuadrante.

En este caso, se estudia los patrones de alimentación del bacalao (*Gadus morhua*) para poder comprender su distribución y su abundancia. Para poder estudiar estos patrones primero se debe analizar el contenido estomacal de esta especie, para conocer si su alimentación es genérica o se alimenta de alguna especie en partículas y se desplaza siguiendo a esas poblaciones.

### Tratamiento de datos:

En cuanto a los datos a utilizar, nos fueron facilitados los datos de contenido estomacal desde el 2002 al 2016, apareciendo diferentes variables como los lances, las tallas, las especies encontradas, la cantidad de individuos de una especie en cada estómago, el volumen de cada una de esas especies, etc. De todos los datos que fueron proporcionados, tan solo se utilizaron las especies que aparecían, el número de individuos por especie y el volumen de cada especie.

Con estos datos se calculó el porcentaje de aparición, el porcentaje en número y el porcentaje en volumen de las presas, así como el índice de importancia relativa (Hyslop, 1980).

El IRI o índice de importancia relativa se utiliza para interpretar qué especie tiene más importancia en la alimentación de un predador. Se obtiene usando tanto el porcentaje de aparición y el porcentaje en número como el volumen, porque algunas especies grandes pueden ocupar más volumen en el estómago, pero su porcentaje en número y su porcentaje de aparición es mucho menor, en cambio, si una especie, aunque ocupe un menor volumen, aparece en un mayor número de estómagos, podría ser más importante que la especie que tiene un mayor volumen.

Para poder obtener el IRI primero debemos obtener las tres variables que lo definen: el porcentaje de aparición, el porcentaje en número y el porcentaje en volumen.

El método de ocurrencia o porcentaje de aparición puede que sea la forma más sencilla de registrar los datos obtenidos de los contenidos del estómago, mediante el registro del número de estómagos que contienen uno o más individuos de cada categoría de alimentos. Las ventajas que ofrece el método de frecuencia de ocurrencia radican en que los alimentos sean fácilmente identificables, sean rápidos y requieran el mínimo de aparatos. El problema es que con este método no se puede obtener la cantidad de cada especie de forma cuantitativa (Hyslop, 1980).

$$O_i = \frac{J_i}{P}$$

Donde  $J_i$  es el número de peces que contienen la presa  $i$ , y  $P$  es el número de peces con comida en el estómago.

El método numérico es relativamente rápido y simple de operar, siempre que sea posible identificar los elementos de presa. En algunos casos puede ser el método más apropiado, como por ejemplo cuando hay diferentes elementos, tales como presas o especies en el mismo rango de tamaño (Beyerle & Williams, 1968).

$$N = \frac{N_i}{T_e}$$

Donde  $N_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ , y  $T_e$  es el número total de individuos en los estómagos

En el análisis volumétrico, el desplazamiento de cada alimento o grupo de artículos ordenados de contenidos estomacales se mide, generalmente, de forma graduada. En este caso se usa para diferenciar entre presas que tengan un mayor volumen porque son más grandes o presas que sean más pequeñas, pero que estén presentes en un número mayor.

$$V = \frac{V_i}{V_e}$$

Donde  $V_i$  es el volumen de la especie, y  $V_e$  es la suma de los volúmenes de todas las especies que aparecen.

Los resultados se han agrupado por intervalos de talla de 10 centímetros.

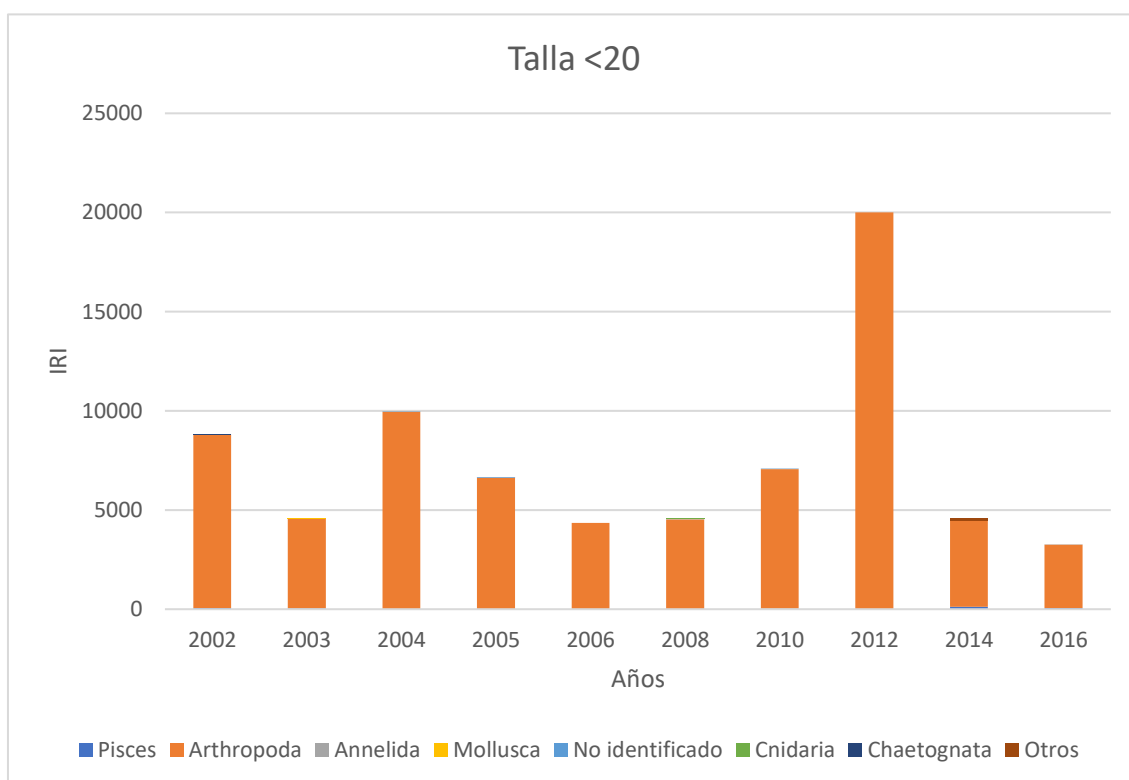
La comparación entre la abundancia en el medio y la abundancia en los estómagos se ha realizado mediante regresiones lineales entre la biomasa estimada cada año de las principales presas y el volumen total de estas presas en los estómagos. Se han considerado dos peces, *Mallotus villosus* y *Ammodytes dubius*, y dos crustáceos: *Pandalus borealis* y *Chianocoetes oplio*.



## RESULTADOS:

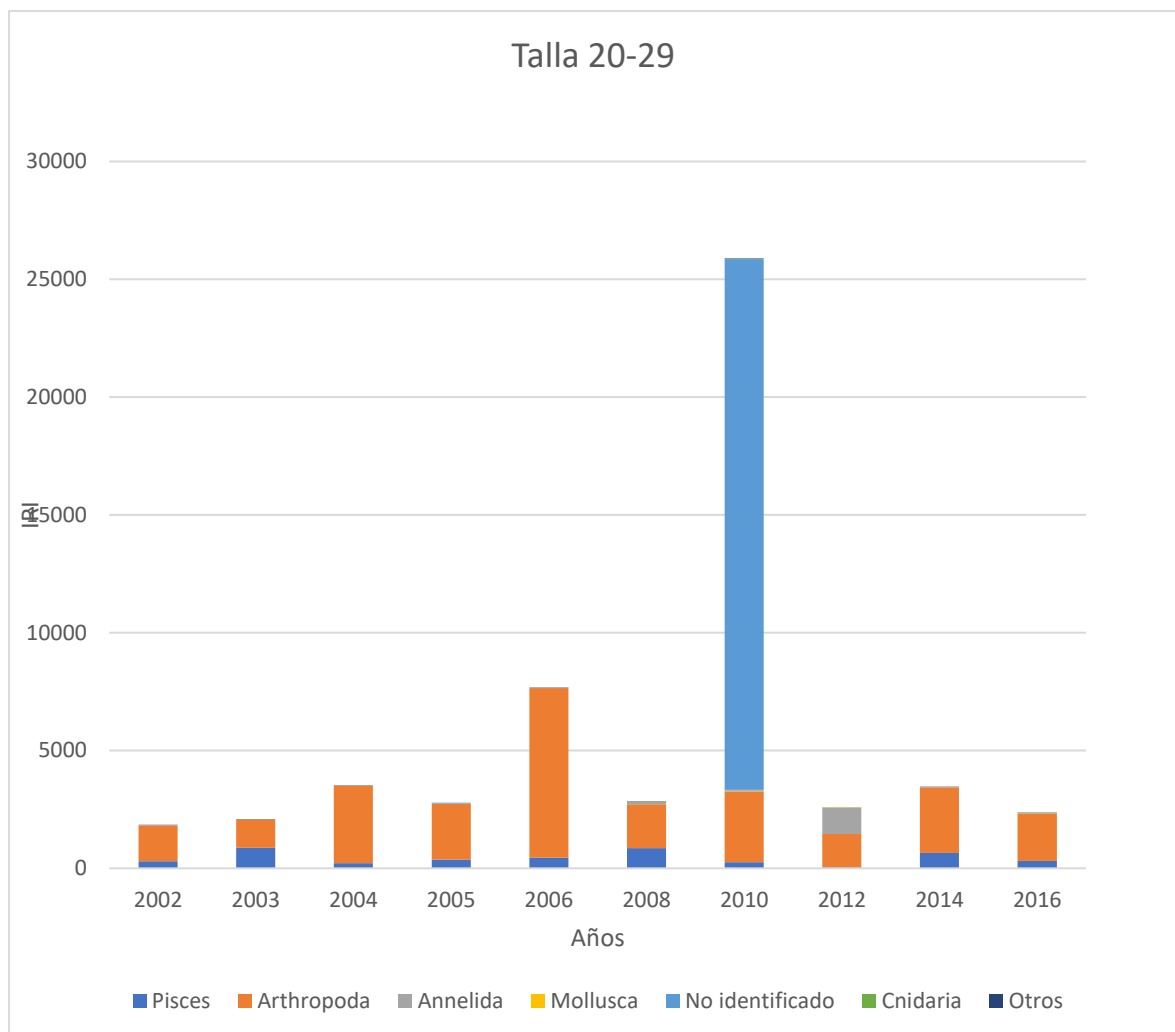
### Cambios interanuales:

Las figuras 2 a 7 muestran los cambios interanuales observados para los diferentes rangos de tallas considerados. En la figura 2 se muestra que los bacalaos de menor tamaño se alimentan mayoritariamente de crustáceos. A pesar de ello se pueden observar las diferencias ya que los crustáceos muestran un IRI que varía entre 3000 y 9000, lo cual representa una gran diferencia entre años. En los años 2002, 2004 y 2012 la importancia relativa de los crustáceos es mayor que la media.



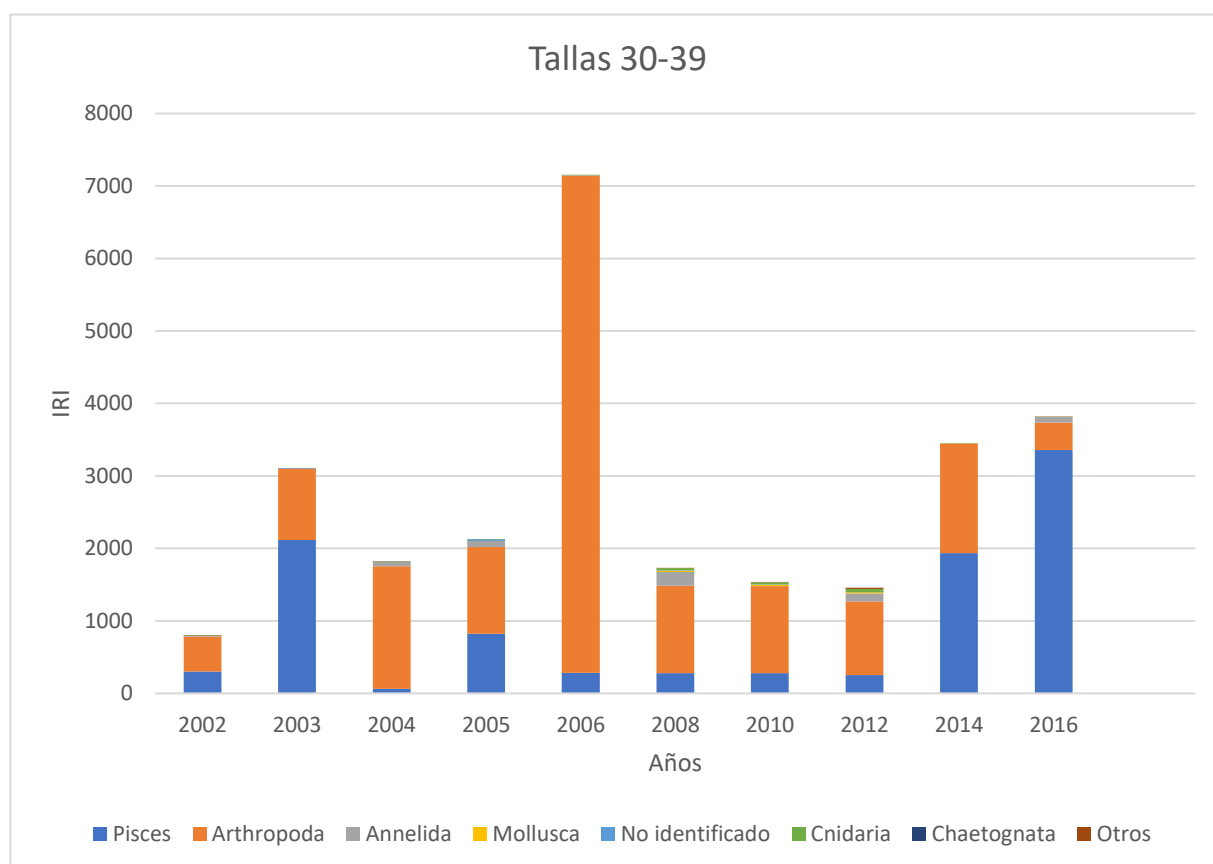
*Fig 2. IRI de las presas que aparecen en bacalaos de tallas menores de veinte cm en cada año*

Para los bacalaos de tallas entre 20 y 30 cm. (figura 3) siguen dominando los crustáceos, aunque los peces están presentes en todos los años. En 2010 se produce un aumento de las presas que se agruparon en el grupo de “no identificado”, debido a que las presas se encontraban en un estado de digestión avanzado, lo que impide su identificación, lo que podría indicar que hubo algún suceso aislado a la hora de muestrear en el 2010 para obtener esos valores. Por otra parte, salvo en el 2006, la importancia relativa de los crustáceos desciende.



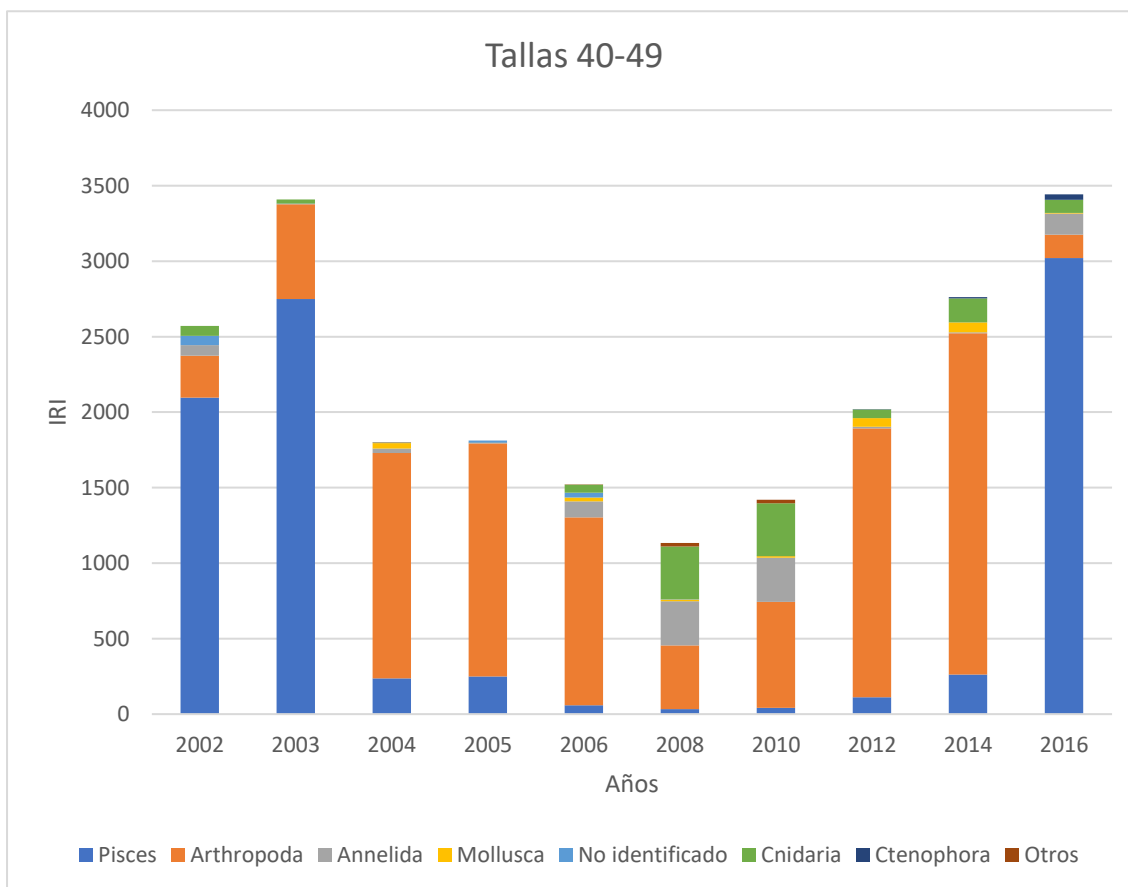
*Fig 3. IRI de las presas que aparecen en bacalaos de tallas 20-29 durante los diferentes años de muestreo*

Al observar la figura 4 se puede percibir que los grupos más dominantes son los artrópodos y los peces, pero en este caso también aparecen representados los anélidos, puesto que tienen un IRI algo mayor que los anélidos de los intervalos de talla anteriores. En cuanto a los dos grupos dominantes (peces y artrópodos), se observa cómo los artrópodos son los que tienen una mayor importancia en la mayoría de los años, salvo en 2003, 2014 y 2016, en los cuales los peces poseen una mayor importancia. Por otro lado, dentro de los años en los que los artrópodos están mucho más presentes, se observa cómo en 2006 se produce un súbito aumento de la importancia relativa de estos llegando a niveles superiores a las 7000 unidades. En este caso, las presas que forman el grupo de “otros” son echinodermata, ascidiacea, vegetal, bryozoa y componentes digeridos. Dentro de este “subgrupo” se aprecia que tanto echinodermata, como ascidiacea, como bryozoa aparecen en varios periodos de muestreo distintos, pero en cambio, los vegetales y componentes digeridos solo aparecen en el 2004 y 2012 respectivamente.



*Fig 4. Representación interanual de los índices de importancia relativa de las diferentes presas de las tallas 30 a 39*

Para el siguiente rango de tallas, como se puede observar en la figura 5, hay diferencias en la alimentación de los distintos años, ya que en el 2002, 2003 y 2016 se produce un aumento muy notable en los índices de importancia relativa, en particular el de los peces, que hace que estos sean el grupo más relevante de esos años aunque no de ese intervalo de tallas, porque desde el 2004 hasta el 2014 el grupo que tiene mayor relevancia debido a su IRI es el de los artrópodos, aunque también se aprecia cómo los cnidarios y los anélidos adquieren una mayor relevancia en esos años. Estos grupos de presas, como echinodermata, ascidiacea, vegetal, etc., que solo aparecen en pocos años o con índices de importancia tan bajos, son los que se han sumado para completar la categoría de “otros”.



*Fig 5 IRI de las presas que aparecen en bacalaos de tallas entre 40 y 49*

Para el intervalo entre 50 y 59 (figura 6) se puede observar que hay un crecimiento en el IRI conforme pasan los años, salvo en 2008 y 2014, también se puede ver cómo, en ese crecimiento, los artrópodos van aumentando su relevancia de forma proporcional salvo en el 2016, año en el que su relevancia baja drásticamente siendo superada por el grupo de peces. Entre 2010 y 2014 se aprecia que hubo un aumento de la contribución de los moluscos a la dieta. Por otra parte, el grupo de “otros”, formado por ascidiacea, bryozoa, sipunculida, etc., sigue teniendo unos índices de importancia relativa bastante bajos y/o nulos.

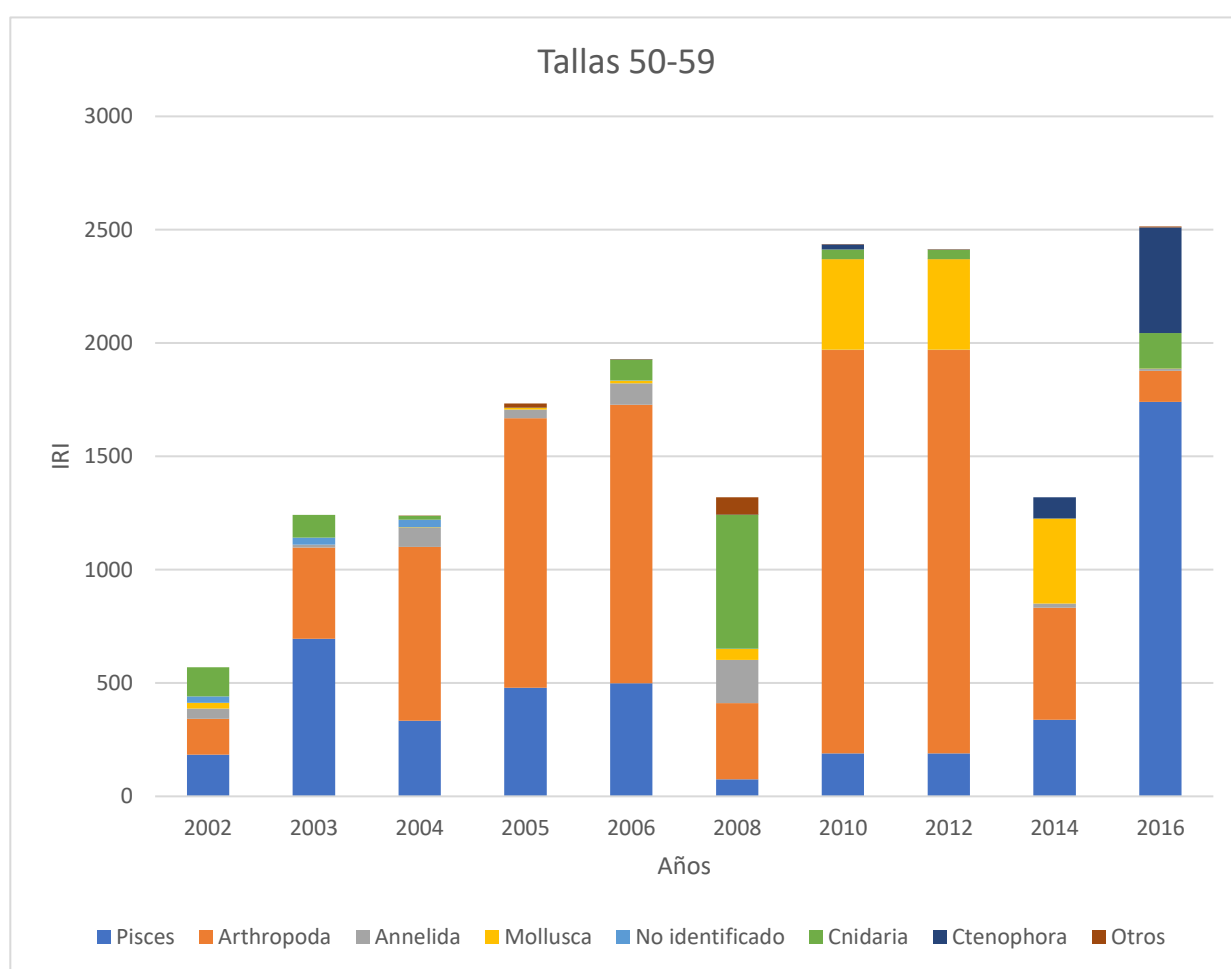


Fig 6. Representación interanual de los índices de importancia relativa de las diferentes presas de las tallas 50 a 59

En los bacalao de mayor tamaño (figura 7) se aprecia cómo los peces son dominantes junto con algunos invertebrados como moluscos y crustáceos de gran tamaño (*Pandalus borealis*, *Chionochoetes opilio*). En este caso, el grupo de “otros” agrupa a ascidiáceos, sipunculidos, equinodermos y vegetales principalmente.

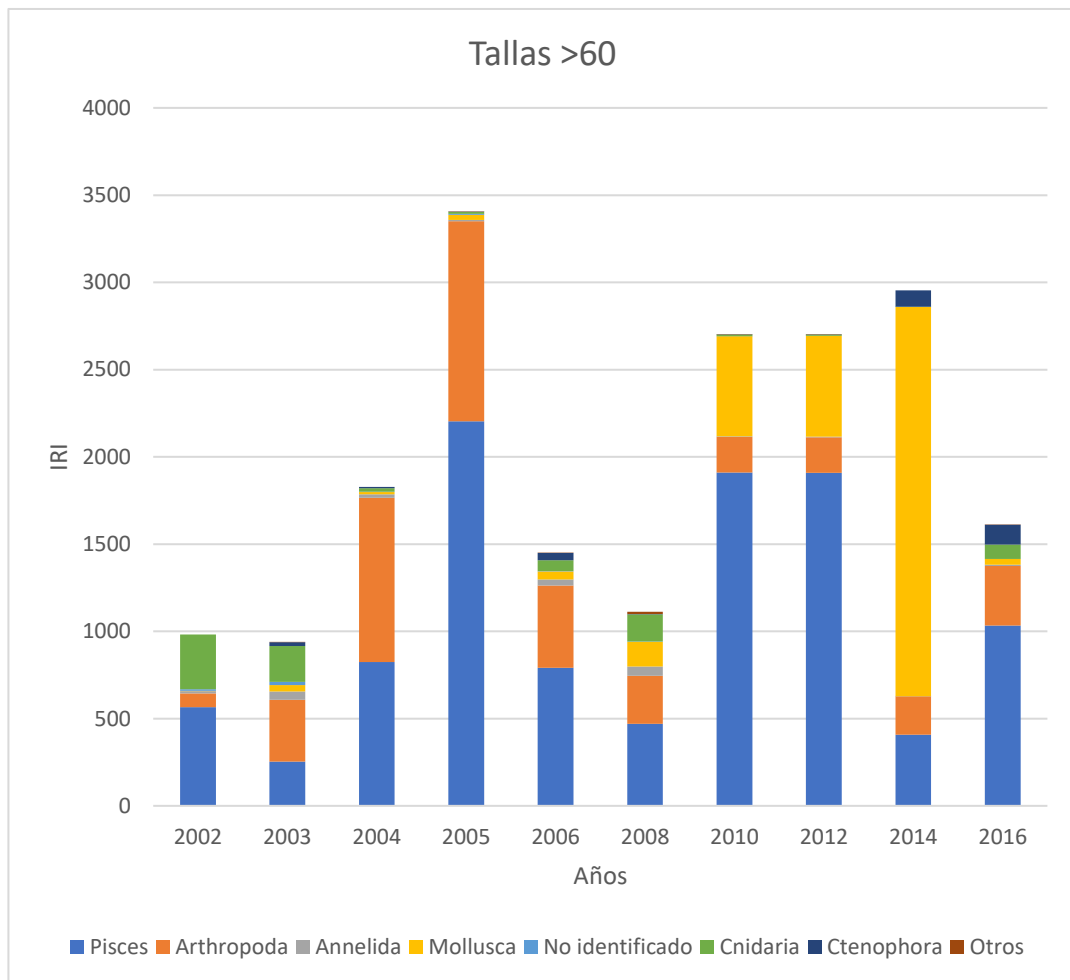


Fig 7. Representación interanual de los índices de importancia relativa de las diferentes presas de las tallas mayores de 60

#### - Cambios con la talla del predador:

Las figuras 8 a 14 muestran la evolución de la alimentación en función de la talla del predador para las diferentes campañas de muestreo. En general se observa un cambio de una dieta dominada por crustáceos de pequeño tamaño, como anfípodos y eufasiáceos

en los bacalao más pequeños, a una dieta más diversa conforme su tamaño aumenta. Al crecer, la importancia de los peces aumenta junto con invertebrados grandes como moluscos o decápodos. También se observa una tendencia a que el IRI descienda al aumentar la talla como consecuencia de esta mayor diversidad en la dieta. A pesar de estas tendencias generales se observa que hay cambios interanuales con años en los que los peces tienen una mayor importancia, como en 2003 y 2016, incluso en tallas intermedias (figuras 9 y 14). Según la figura 8, en 2002 se observa cómo los niveles de artrópodos tienen un IRI cercano a 9000 en las tallas inferiores a 20, pero al aumentar la talla se aprecia cómo los peces comienzan a tener una mayor importancia mientras los artrópodos disminuyen su importancia, aunque esta siga siendo mayor que el resto. Al llegar al rango de tallas que va de la 40 a la 49 se ve por primera vez cómo los peces tienen una mayor importancia que los artrópodos, y de ahí en adelante la importancia de los artrópodos se reduce casi a cero

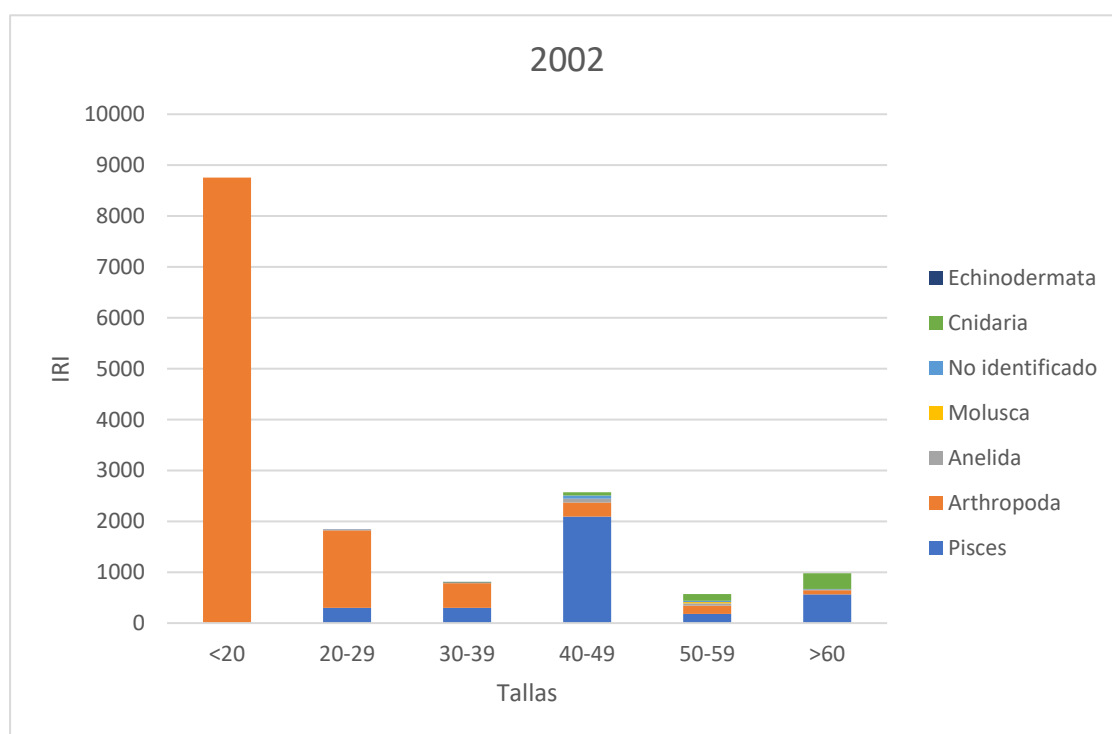


Fig 8. Índices de importancia relativa de las presas en las diferentes tallas en la campaña de 2002.

En 2003 los artrópodos vuelven a tener una gran importancia en las tallas menores a 20 pero en las siguientes tallas los peces van cobrando protagonismo, mientras que los artrópodos disminuyen en importancia, siendo en el rango de tallas de 20 a 29 el momento en el que la importancia de los artrópodos y los peces son similares. En los dos siguientes rangos se observa una mayor importancia de los peces, a la vez que disminuyen los artrópodos aún más, aunque luego en los dos últimos grupos de tallas disminuye la importancia de las especies en general y los grupos de mayor importancia son los peces y cnidarios.

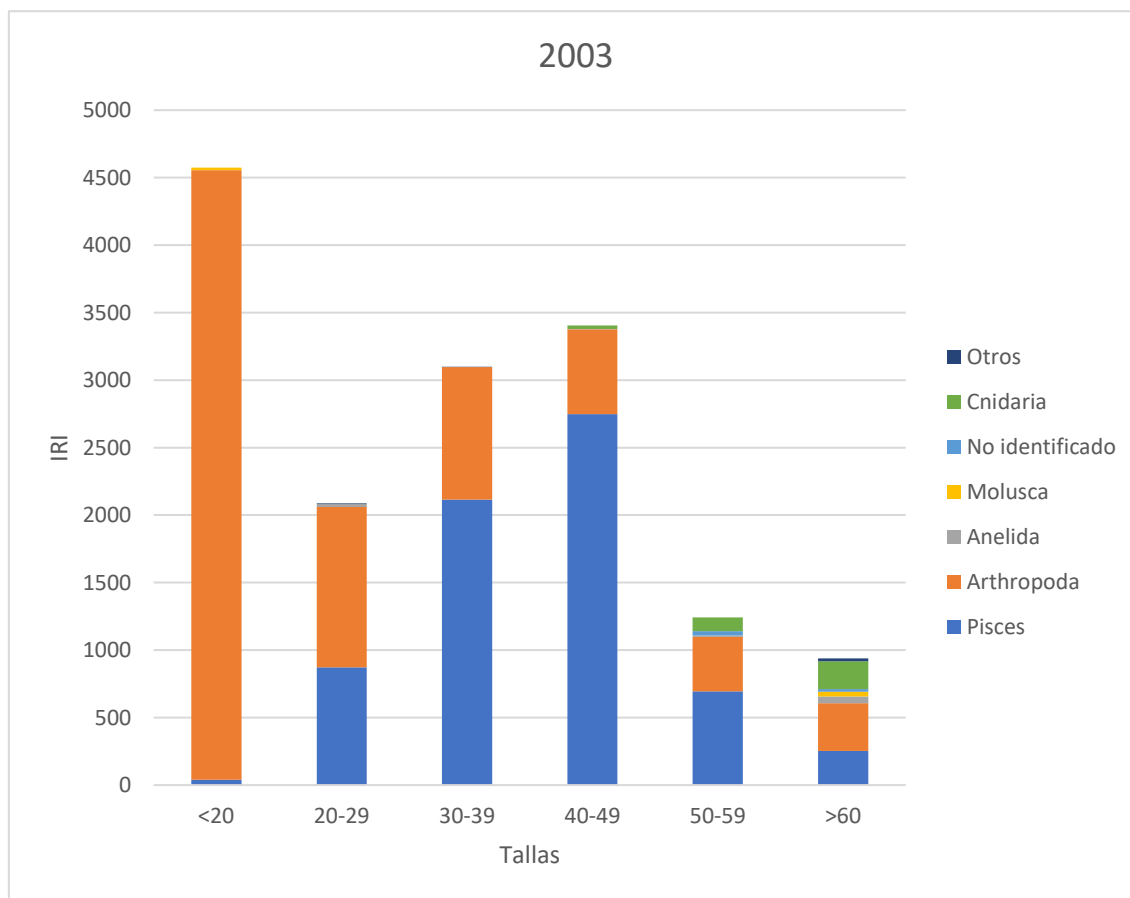


Fig 9. Índices de importancia relativa de las presas en las diferentes tallas en la campaña de 2003

En el caso de 2004, los índices de importancia relativa están repartidos en su gran mayoría entre peces y artrópodos, ya que los demás apenas aparecen en la figura 10. En cuanto a lo que a los artrópodos se refiere, su importancia va disminuyendo de casi



10000 en las tallas inferiores a 20, a menos de 1000 en las tallas más grandes, y mientras tanto, los peces realizan una trayectoria contraria, ya que van aumentando su importancia pasando de no aparecer en las tallas inferiores a 20 a ser el grupo más relevante en las tallas más grandes.

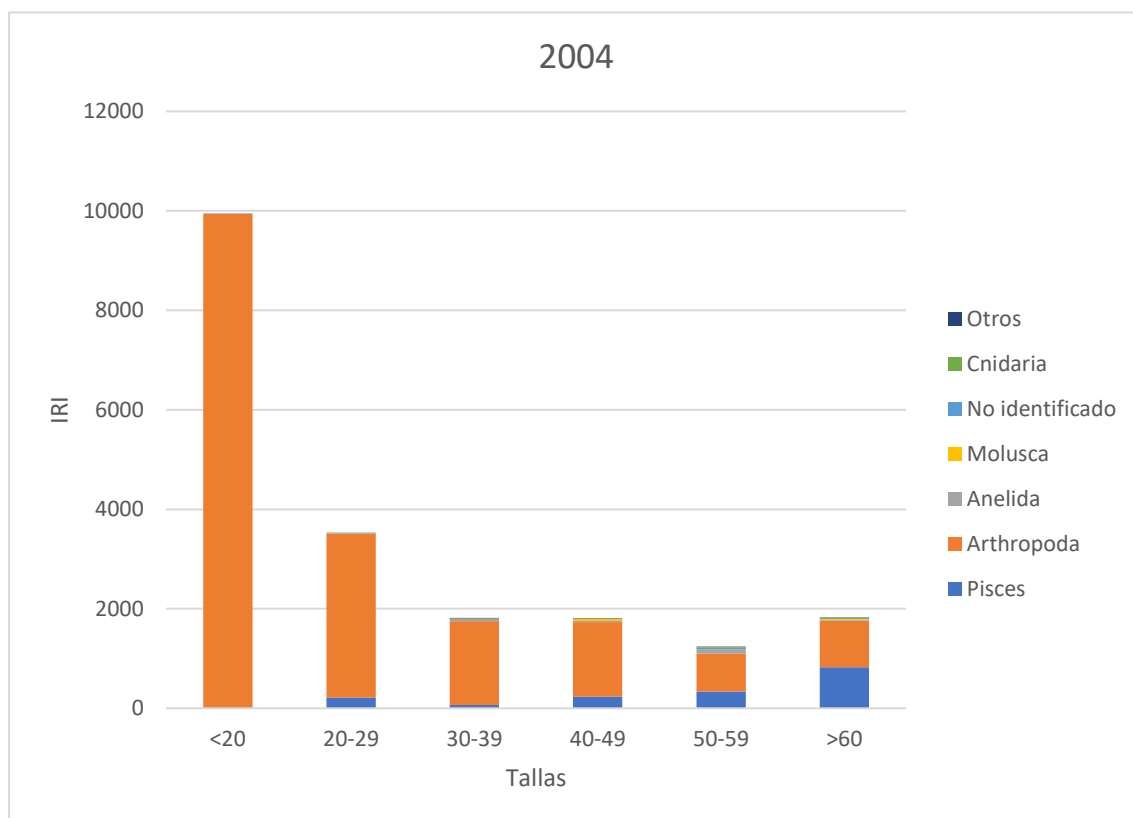


Fig 10. Índices de importancia relativa de las presas en las diferentes tallas en la campaña de 2004

En la figura 11 se puede observar cómo los peces van ganando importancia a partir del rango de tallas de 20 a 29 llegando a un máximo de IRI de 2000 en las tallas mayores de 60. Por el contrario, los artrópodos presentan un descenso de su importancia teniendo en tallas menores de 20 un IRI mayor a 6000 y bajando en las consiguientes tallas, teniendo el nivel más bajo de importancia en las tallas mayores de 60.

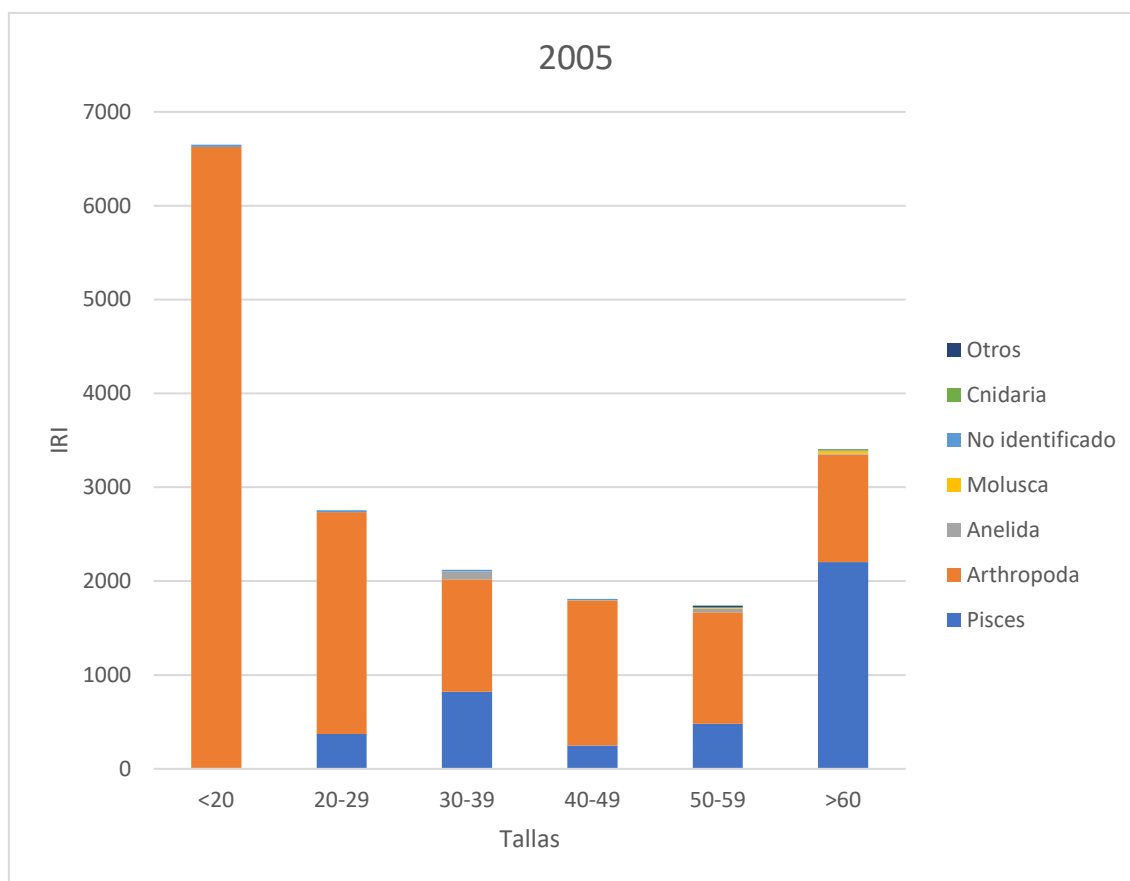


Fig 11. Índices de importancia relativa de las presas en las diferentes tallas en la campaña de 2005

En 2006 (figura 12) se aprecia una distribución del IRI algo diferente a los demás años, ya que los artrópodos no solo no tienen una tendencia descendente como en los años anteriores, sino que la importancia de los artrópodos en las tallas menores de 20 es menor que en los dos siguientes rangos de tallas, donde se alcanzan niveles de IRI de más de 7000, aunque en las tallas siguientes vuelve a seguir la misma línea que en otros años, descendiendo en importancia mientras la de los peces aumenta.

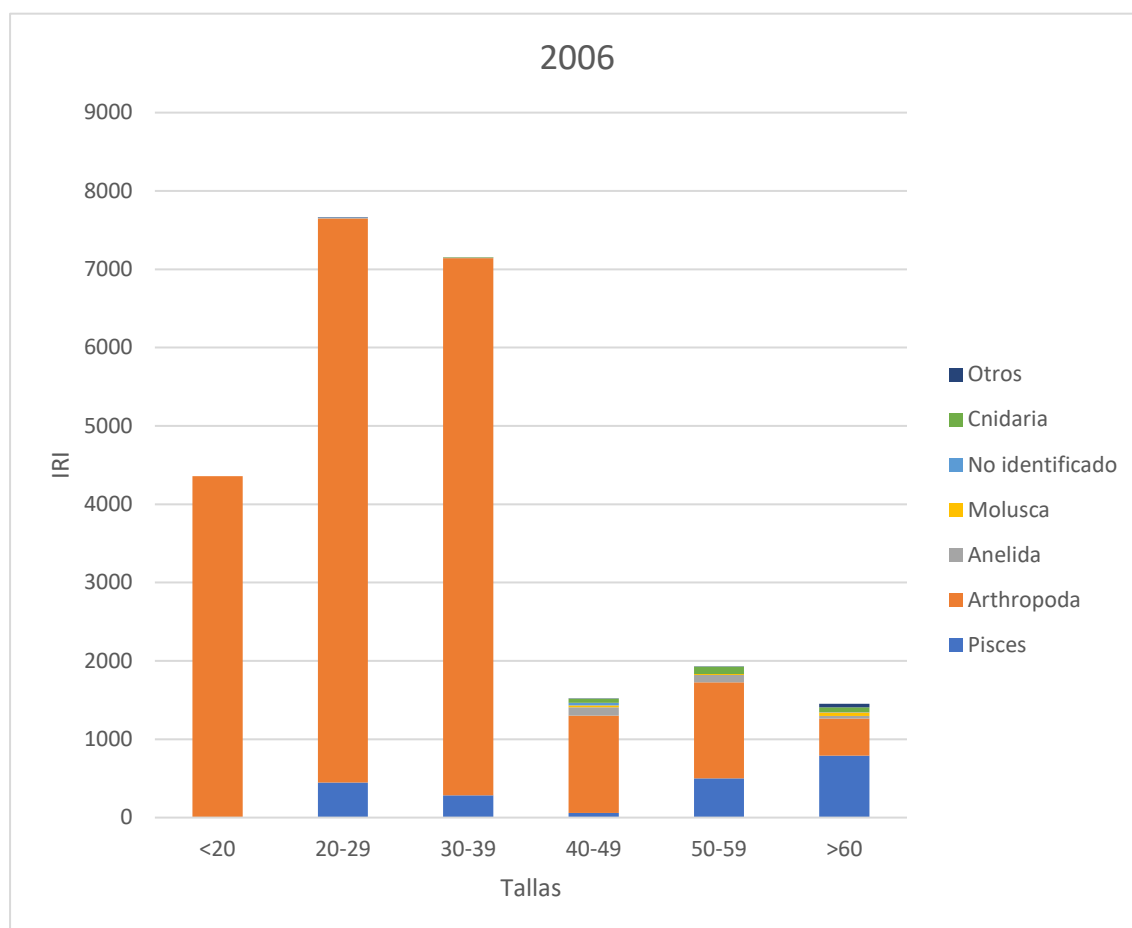


Fig 12. Índices de importancia relativa de las presas en las diferentes tallas en la campaña de 2006

Como se ha visto en años anteriores, los artrópodos suelen tener una tendencia descendente en cuanto a los que a importancia se refiere, y en 2008 no es diferente. El IRI de estos tiene su máximo en las tallas menores a 20 pero, al pasar al siguiente rango de tallas, la importancia desciende casi a la mitad que antes y continúa de igual manera hasta las tallas más grandes, en las que la importancia de los artrópodos es mínima. En cambio, a partir de la talla 20, los peces comienzan a ganar importancia hasta el punto de sobrepasar a los artrópodos, pero, a partir de la talla 40, los cnidarios obtienen una mayor importancia hasta que en las tallas mayores de 60 los peces vuelven a ser el grupo más importante.

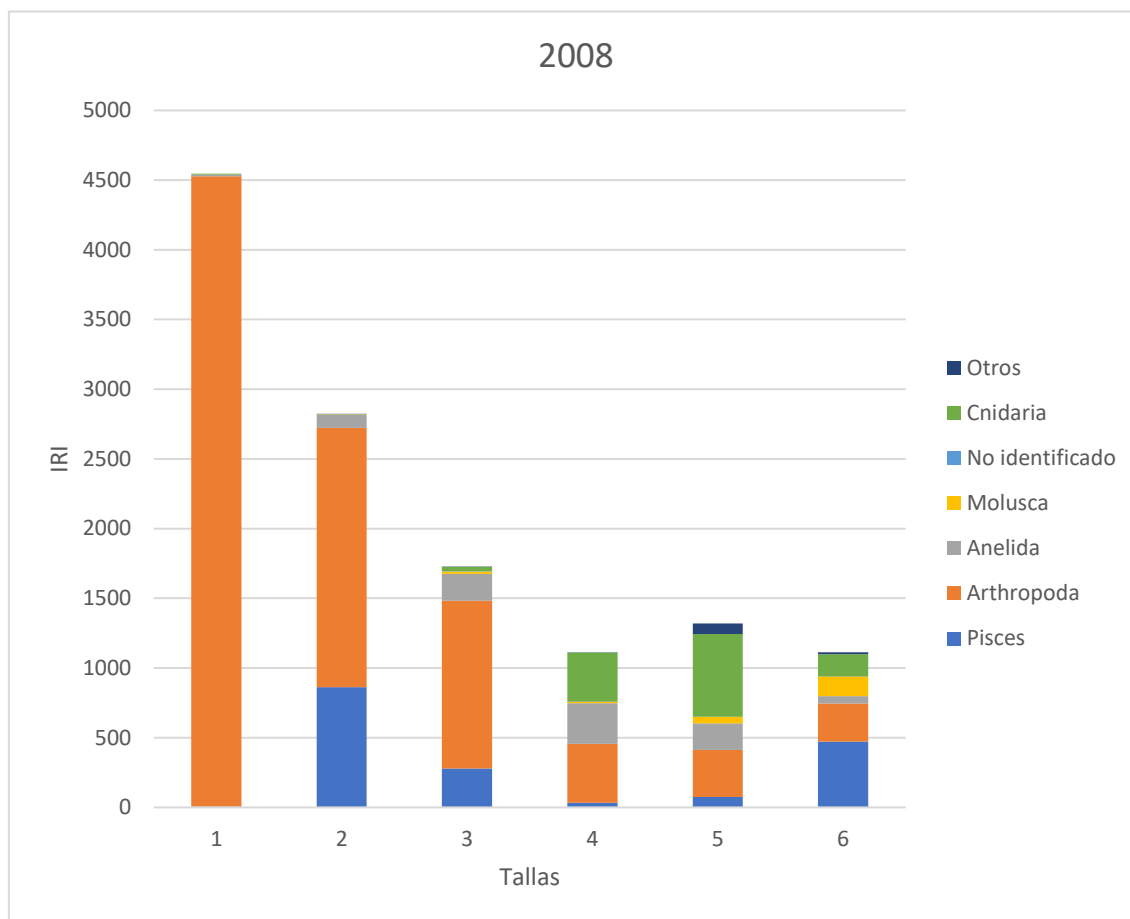


Fig 13. Índices de importancia relativa de las presas en las diferentes tallas en la campaña de 2008

En 2010 se observa que las presas más importantes de los bacalaos más pequeños son los crustáceos y la de los bacalaos más grandes los peces, mientras que en tallas intermedias se observa una mayor variedad de presas con una dominancia de los crustáceos.

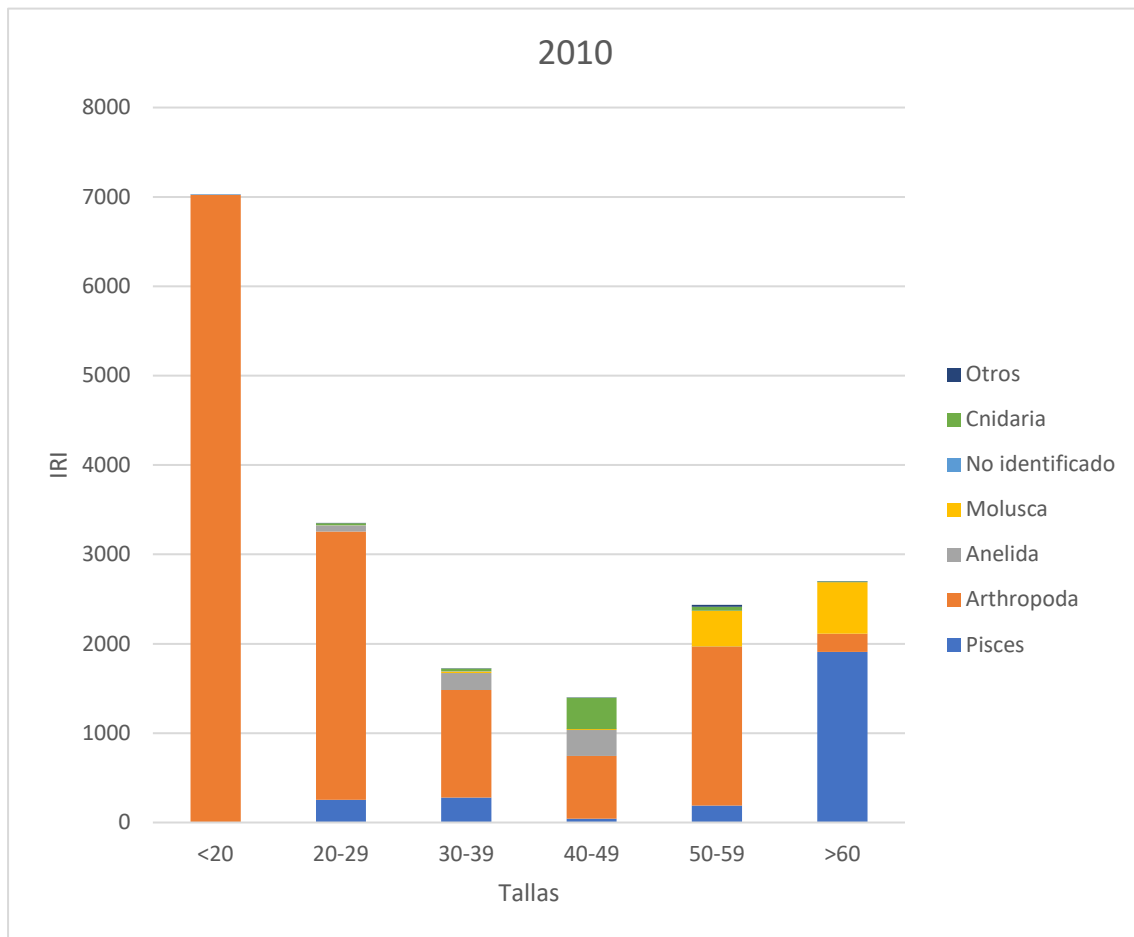


Fig 14. Índices de importancia relativa de las presas en las diferentes tallas en la campaña de 2010

Como se observa en la Figura 15, en, en las tallas inferiores a 20 los artrópodos alcanzan el nivel máximo de importancia de todos los años estudiados. En las tallas mayores de 60 los artrópodos ya no tienen importancia y son sustituidos por los peces.

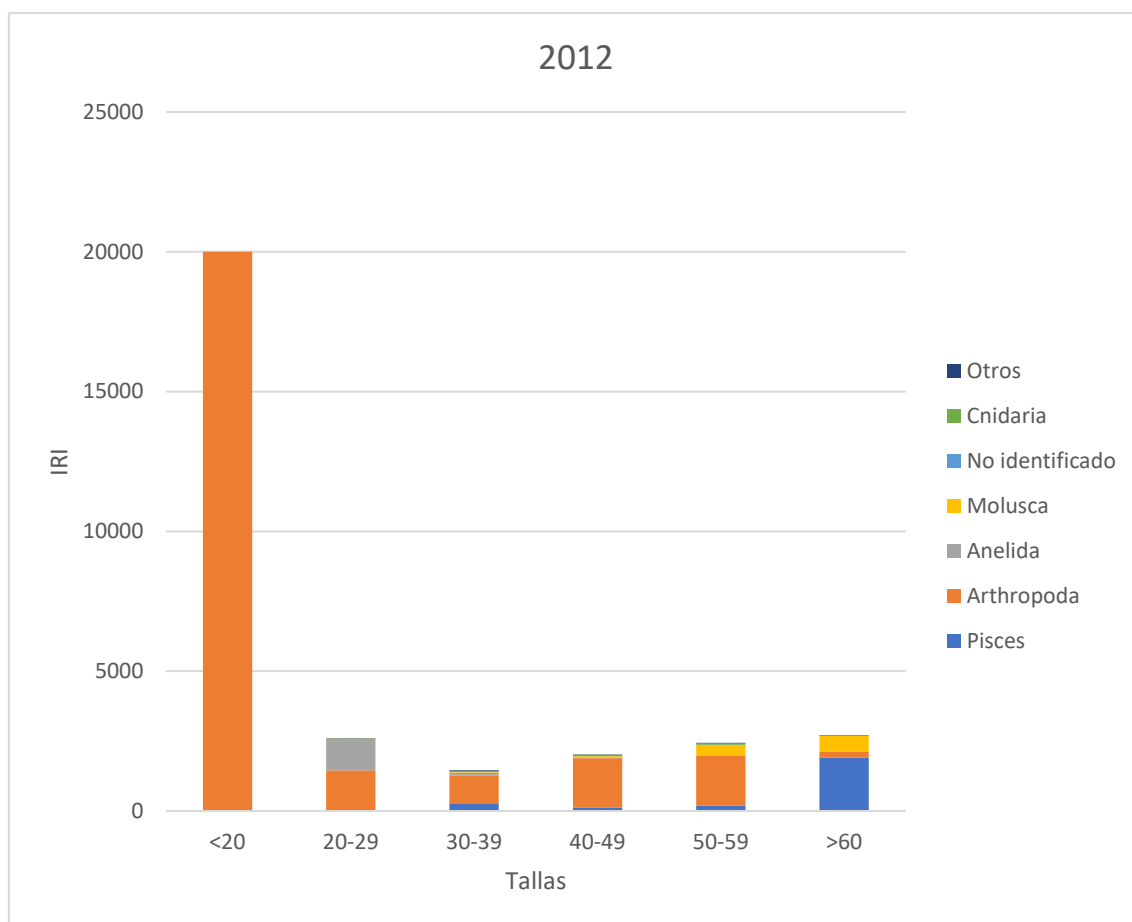
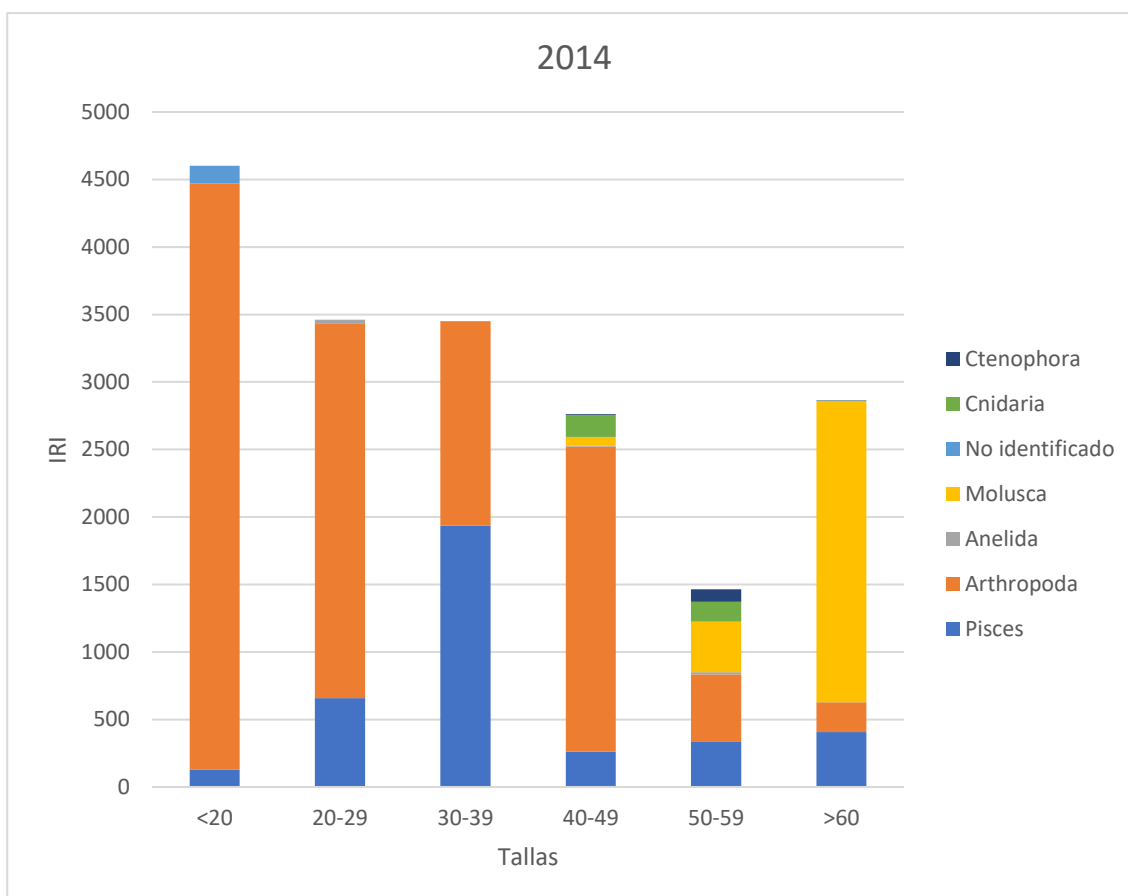


Fig 15. Índices de importancia relativa de las especies en las diferentes tallas

En 2014 (figura 16) la distribución del IRI de los artrópodos sigue la misma dinámica que en los anteriores años, salvo en el grupo de tallas que va de la 40 a la 50, en la que se observa un aumento de la importancia, aunque en las tallas siguientes vuelve a descender dicha importancia. En cuanto al resto de grupos, los peces presentan un aumento del índice de importancia hasta llegar al rango de tallas de 40 a 50, donde, como se ha mencionado antes, el IRI de los artrópodos vuelve a aumentar mientras el de los peces disminuye. Respecto a las dos últimas tallas, hay varios grupos que tienen una gran importancia, como los peces, los moluscos o los cnidarios. En cuanto a los peces mayores, este año predominan los moluscos.



*Fig 16. Índices de importancia relativa de las especies en las diferentes tallas*

En la figura 17 se aprecia cómo hasta la talla 30 la importancia de los artrópodos es mayor de esa talla, y hasta las mayores de 60 el grupo dominante son los peces. Otros grupos que aparecen son los anélidos, cnidarios y ctenóforos en tallas intermedias o grandes.

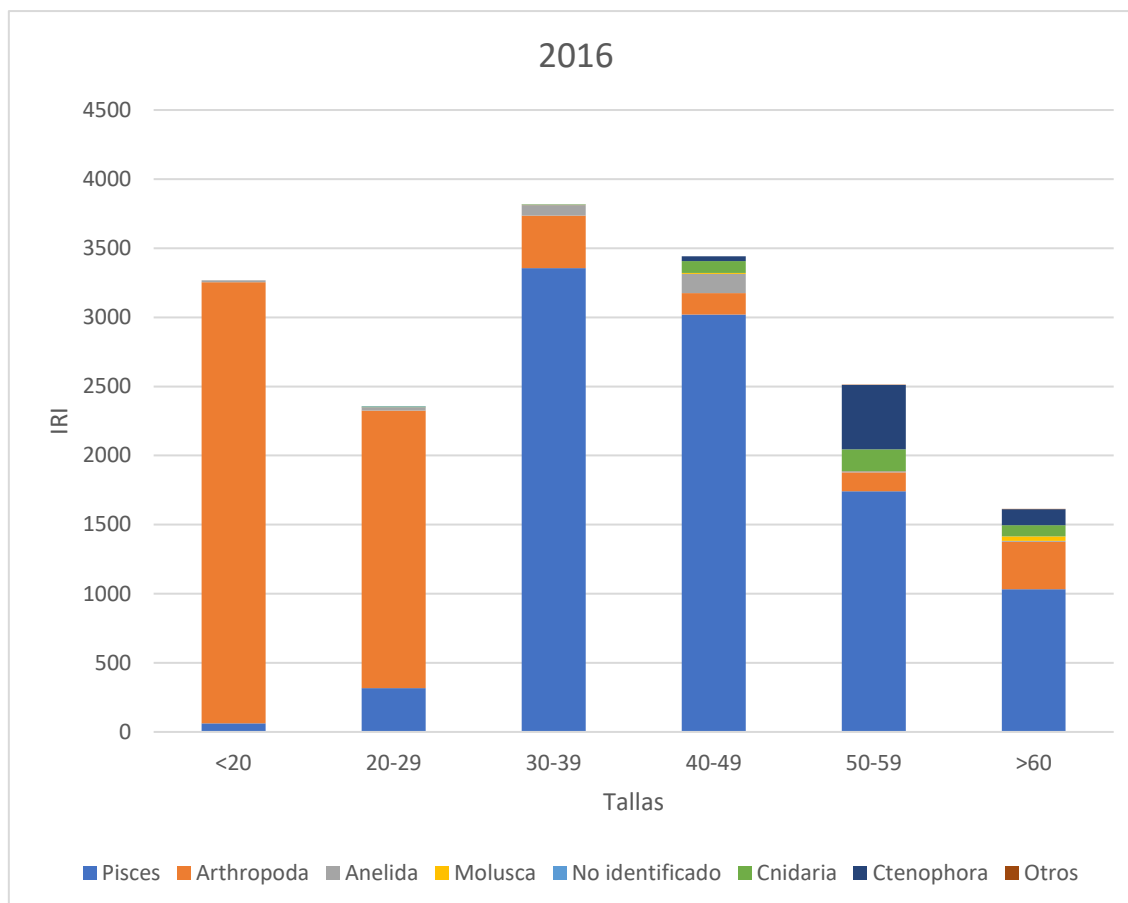


Fig 17. Índices de importancia relativa de las especies en las diferentes tallas

- Relación entre la abundancia de las presas y su importancia en la dieta:

Se han seleccionado las cuatro especies que tenían una mayor importancia en los estómagos, dos especies de peces, el bolo *Ammodytes dubius* y el capelán *Mallotus villosus*, y dos especies de artrópodos, el camarón boreal *Pandalus borealis* y el cangrejo de las nieves *Chianocetes opilio*.

Al comparar las capturas y contenidos estomacales de *Ammodytes dubius* (figura 18) se observa una correlación positiva con mayor presencia en los estómagos los años en que la abundancia en el medio fue mayor.



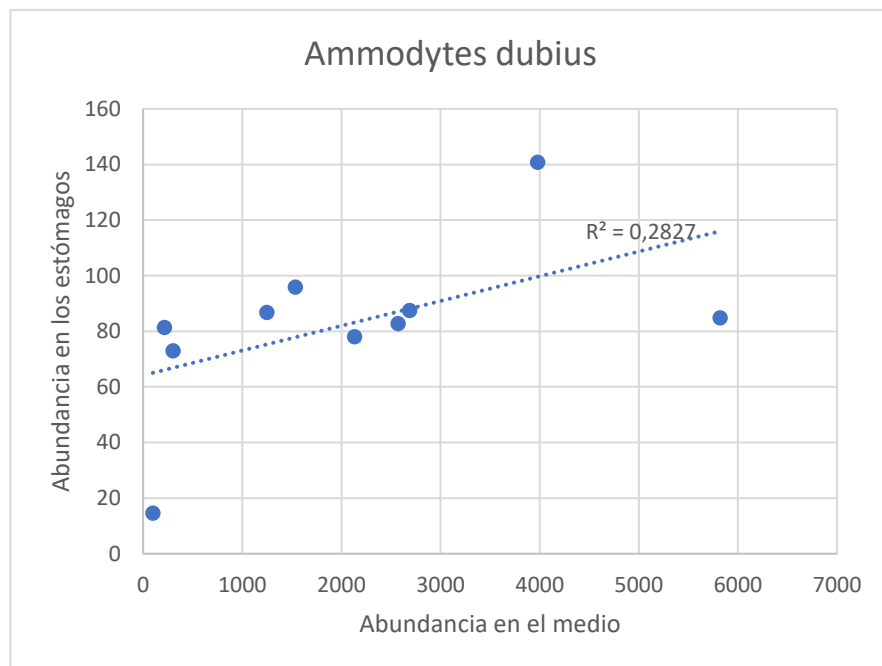


Fig 18. Representación de la biomasa de capturas y el volumen de contenido estomacal

En el caso de *Mallotus villosus* (figura 19), la tendencia es menos clara, ya que la mayor presencia en los estómagos se obtiene con abundancias intermedias.

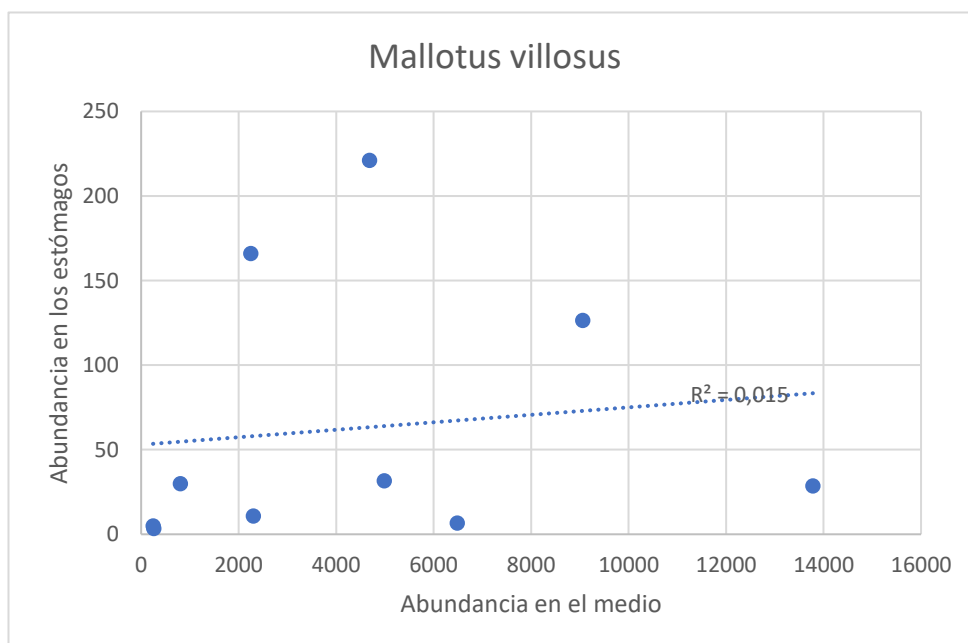


Fig 19. Representación de la biomasa de capturas y el volumen de contenido estomacal

En el caso del camarón boreal la tendencia es similar a la del capelán, con rangos que van desde máximos de abundancia en los estómagos a abundancias intermedias en la población. Se observa en este caso que el año en que la abundancia era menor su presencia en los estómagos también lo era.

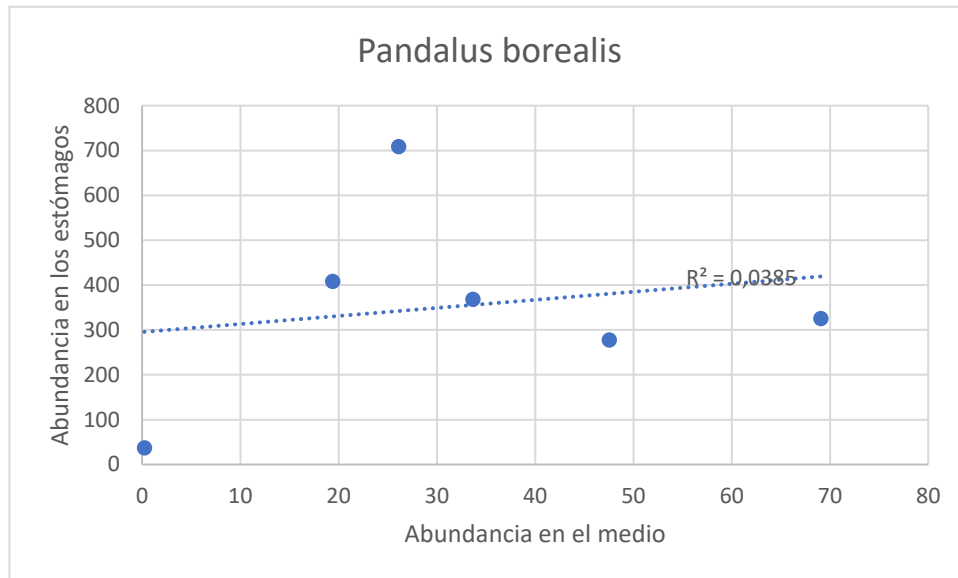


Fig 20. Representación de la biomasa de capturas y el volumen de contenido estomacal

En cuanto a *Chianocetes opilio* (figura 21) la distribución de datos muestra una clara tendencia al aumento de su presencia en los estómagos, junto con el aumento de la abundancia en el medio.

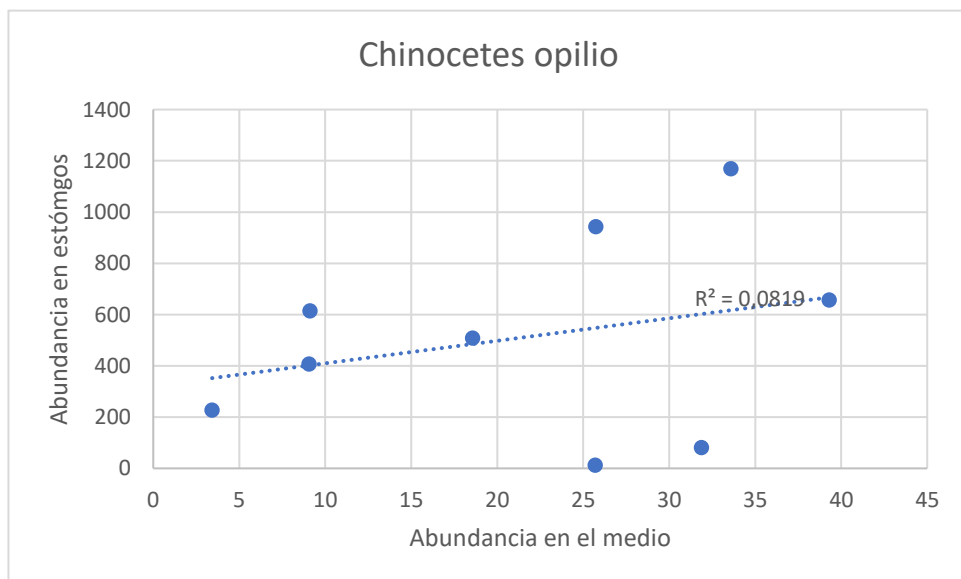


Fig 21. Representación de la biomasa de capturas y el volumen de contenido estomacal

## DISCUSIÓN:

En este trabajo se ha optado por emplear un índice que combina a su vez diferentes índices, ya que se obtiene mediante el porcentaje de aparición, el porcentaje en número y el porcentaje en volumen. Debido a los factores que lo componen, el IRI presenta algunas limitaciones a la hora de estudiar presas de diferentes tamaños ya que, al depender del número de presas que aparecen, las presas de menor tamaño se ven más beneficiadas que las grandes puesto que, en un mismo volumen, las presas pequeñas tienen un mayor porcentaje en número que las grandes. Esto provoca que se observe un descenso del IRI al aumentar la talla, ya que los bacalaos pequeños se alimentan de presas de pequeño tamaño, pero con grandes abundancias como los caprellidos, mientras que los bacalaos más grandes se alimentan de presas más voluminosas, pero menos abundantes, como los peces.

Según se ha visto en los datos, el bacalao es un predador generalista ya que, al estudiar el contenido de los estómagos, aparece un gran número de presas de muchos grupos taxonómicos diferentes, desde crustáceos y peces hasta anélidos y moluscos, llegando a generar un abanico de presas desde bentónicas a pelágicas (Bundy and Fanning, 2005). Por eso el bacalao es uno de los peces con los hábitos de alimentación más amplios (Link and Garrison, 2002).

Pese a que en este trabajo se haya observado una gran variedad de especies, no todas tienen la misma relevancia. Se ha visto cómo, en la mayoría de los años de muestreo, los grupos más importantes han sido peces y artrópodos (crustáceos,) seguidos por otros grupos como cnidarios, moluscos y anélidos, pero cuya relevancia es sensiblemente menor. Al observar los resultados se aprecia cómo las tallas más pequeñas se alimentan en su mayoría de artrópodos y, según aumenta la talla, los artrópodos disminuyen su importancia y son sustituidos por peces, esto puede significar que los bacalaos que tienen una talla más pequeña se alimentan de artrópodos pelágicos, principalmente debido al pequeño tamaño de sus presas, y cuando crecen van a aguas más profundas y se alimentan de objetivos más grandes, como peces u otras presas bentónicas (Demain et al, 2011). Este cambio de la alimentación con la talla ha sido observado por numerosos autores, ya que los bacalaos de tallas menores de 21 cm. raramente se alimentan de peces, mientras que los bacalaos mayores de 50 cm. se alimentan casi

exclusivamente de peces (Rae, 1967), acompañados de algunos invertebrados de mayor tamaño (Sánchez Lizaso, 1996). En este trabajo también se observa que los peces que tienen tallas más grandes se alimentan, además de peces, de invertebrados de mayor tamaño que no son accesibles para los bacalaos más pequeños, como por ejemplo el cangrejo *Chianocetes opilio*.

Aunque en general se observa una gran variabilidad de presas en los estómagos, a veces se encuentra la dominancia de algunas presas (Pálsson, 1994). Por ejemplo, en el Golfo de San Lorenzo, en 1955 y a principios de los años 60, los arenques fueron predominantes en la dieta del bacalao, debido a que se produjo un aumento de la abundancia y vulnerabilidad de la población de arenques en dicha zona (Powles, 1958; Kohler and Fitzgerald, 1969). Por otra parte, en 1988 se observó que, en primavera, el bacalao se desplazaba hacia zonas en las que se mezclaban con la población de gallineta y esto hacía que en la alimentación del bacalao aumentara mucho la cantidad de esta presa (Albikovskaya, 1989). Pálsson (1994) también indica cambios en las presas principales entre diferentes zonas del mar de Barents. En este trabajo también se han observado cambios de un año a otro, ya sea con la aparición de alguna especie que era habitual o con cambios en la relevancia de las especies dominantes.

Se asume que la dieta del bacalao está fuertemente ligada a la abundancia o disponibilidad de las presas (Schwalme, 2002). Se ha observado, para alguna de las especies dominantes como el bolo, el camarón boreal o el cangrejo de las nieves, que existe una relación entre su abundancia en los contenidos estomacales y la biomasa obtenida en las capturas, lo que indica que el bacalao no se alimenta de una presa en particular, sino que su dieta es generalista y que se adapta a las presas que tengan una mayor abundancia en el medio.

## CONCLUSIÓN:

El bacalao es una especie cuya alimentación es generalista ya que puede alimentarse de un amplio rango de presas. Dentro de este rango hay diferencias, puesto que el bacalao más joven se alimenta en mayor cantidad de artrópodos y el más viejo se alimenta principalmente de peces, aunque también pueden aparecer otros invertebrados como moluscos, cnidarios o anélidos.

Además de estos cambios en la dieta según la talla, se ha observado un cambio interanual en las presas que puede deberse a la distribución de las presas potenciales.

En este sentido se ha observado que, para las cuatro especies de mayor relevancia, existe una relación entre la cantidad de presas en los estómagos y su abundancia estimada en la campaña Platuxa, lo que confirma que el bacalao es un predador generalista que no selecciona las presas que captura.

#### CONCLUSION:

The cod is a species whose feeding is generalist since it can feed on a wide range of prey. Within this range there are differences since the youngest cod feeds on a greater quantity of arthropods and the oldest one feeds mainly on fish, although other invertebrates such as mollusks, cnidarians or annelids can also appear.

In addition to these changes in diet according to size, an interannual change in prey has been observed that may be due to the distribution of potential prey.

In this sense it has been observed that, for the four most relevant species, there is a relationship between the number of prey in the stomachs, their estimated abundance in the Platuxa campaign, which confirms that the cod is a generalist predator that does not select the prey what capture

#### BIBLIOGRAFÍA:

- Albikovskaya, L. K., & Gerasimova, O. V. (1989). Feeding and food interrelations between cod (*Gadus morhua morhua* L.) and beaked redfish (*Sebastes mentella* T.) on Flemish Cap, (N1573), @.
- Beyerle, G. B. & Williams, J. E. (1968). Some observations of food selectivity by Northern Pike in aquaria. Trans. Am. Fish. SOC. 97,28-3 I.
- Bundy, A., & Fanning, L. P. (2005). Can Atlantic cod (*Gadus morhua*) recover? Exploring trophic explanations for the non-recovery of the cod stock on the eastern Scotian Shelf, Canada. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 62(7), 1474–1489. <https://doi.org/10.1139/f05-086>.
- D. K. Demain, A. Gallego, A. Jaworski, I. G. Priede, E. G. Jones, Journal of Fish Biology, 2011. Diet and feeding niches of juvenile *Gadus morhua*, *Melanogrammus aeglefinus* and *Merlangius merlangus* during the settlement transition in the northern North Sea. 79 (1), 89 – 111

- Hansson, S. (1998). Methods of studying fish feeding: reply. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(12), 2706–2707. <https://doi.org/10.1139/cjfas-55-12-2708>.
- Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis—a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17(4), 411–429. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>
- Jaramillo, A. M. (2009). “Estudio de la biología trófica de cinco especies de peces bentónicos de la costa de Cullera”.
- Kritzer, J., & Cadrin, S. (2012). Spatial Ecology of Atlantic Cod in the Gulf of Maine, (January).
- Kohler, A. C., and Fitzgerald, D. N. 1969. Comparison of food of cod and haddock in the Gulf of St. Lawrence and on the Nova Scotia banks. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 26: 1273–1287.
- Link, J. S., & Garrison, L. P. (2002). Trophic ecology of Atlantic cod *Gadus morhua* on the northeast US continental shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 227, 109–123. <https://doi.org/10.3354/meps227109>.
- Pálsson, Ó. K. (1994). A review of the trophic interactions of cod stocks in the North Atlantic. *ICES Marine Science Symposium*, 198, 553–575.
- Powles, P. M. 1958. Studies of reproduction and feeding of Atlantic cod (*Gadus callarias* L.) in the southwestern Gulf of St. Lawrence. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 15: 1383–1402.
- RAE, B. B. 1967. The food of cod in the North Sea and on west of Scotland grounds. *Mar. Res. Dep. Agric. Fish. Scotl.* I:1-68.
- Ruppert, J. L. W., Fortin, M.-J., Rose, G. A., & Devillers, R. (2009). Atlantic cod (*Gadus morhua*) distribution response to environmental variability in the northern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66(6), 909–918. <https://doi.org/10.1139/f09-049>
- Schwalme, K. (2002). Seasonal dynamics in feeding, organ weights, and reproductive maturation of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. *ICES Journal of Marine Science*, 56(3), 303–319. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1999.0458>
- Templeman, N.D (2010). Ecosystem Status and Trends Report for the Newfoundland and Labrador Shelf. *Fisheries and Oceans Canada / Pêches et*

Océans Canada Science Branch / Direction des sciences PO Box 5667, 80 East White Hills Road St. John's, NL, Canada A1C 5X1.

- Templeman, W. 1965. Some instances of food of cod and haddock behaviour and concentrations in the Newfoundland area in relation to food. *ICNAF Spec. Publ.* 6: 449-461.
- Uzars, D. (1994). Feeding of cod (*Gadus morhua callarias* L.) in the Central Baltic in relation to environmental changes. *ICES Mar. Sci. Symp.* 198, 612–623. Retrieved from [http://www.ices.dk/sites/pub/Publication Reports/Marine Science Symposia/ICES Marine Science Symposia - Volume 198 1994 - Part 52 of 63.pdf](http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Marine%20Science%20Symposia/ICES%20Marine%20Science%20Symposia%20-%20Volume%20198%201994%20-%20Part%2052%20of%2063.pdf)
- Wolfert, P. R. & Miller, T. J. (1978). Age growth and food of Northern pike in Eastern Lake Ontario. *Trans.Am. Fish. Soc.* 107,696-702.
- [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Gadus\\_morhua/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Gadus_morhua/en)